

Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
Odsjek za psihologiju

**KONSTRUKCIJA I VALIDACIJA INSTRUMENTA ZA RAČUNALNO
MJERENJE KRATKOROČNOG PAMĆENJA**

Diplomski rad

Elvis Mehmedović
Mentor: Dr. sc. Damir Ljubotina

Zagreb, 2014.

Sadržaj

Uvod 1

Određenje pamćenja 1

Atkinsonov i Shiffrinov modalni model pamćenja 1

Baddeleyev i Hitchev višekomponentni model radnog pamćenja 2

Kratkoročno i radno pamćenje 4

Mjerenje kratkoročnog i radnog pamćenja 5

Mjere kratkoročnog pamćenja 6

Odnos s mjerama inteligencije 7

Nedostaci postojećih mjera 8

Razvoj tri računalna testa kratkoročnog pamćenja 8

Cilj istraživanja 9

Metodologija 10

Predistraživanje 10

Sudionici i postupak 10

Mjerni instrumenti 12

Novi testovi kratkoročnog pamćenja 12

Verbalna serija inteligencije (VSI) 17

Rezultati 17

Opći statistički pokazatelji 17

Analiza čestica testova 18

Analiza ukupnih rezultata testova 20

Faktorska analiza 21

Kriterijska valjanost 25

Rasprava 26

Zaključak 30

Literatura 32

Prilozi 35

Konstrukcija i validacija instrumenata za računalno mjerenje kratkoročnog pamćenja
Construction and validation of computer-based short-term memory tests
Elvis Mehmedović

Sažetak

U ovom istraživanju konstruirali smo tri računalna testa kratkoročnog pamćenja te proveli njihovu psihometrijsku validaciju na 383 ispitanika.

1) Test prostornog pamćenja (namijenjen mjerenju prostornog vizualnog kratkoročnog pamćenja) pokazao je dobre psihometrijske karakteristike: dobru osjetljivost (raspon i broj različitih rezultata odgovaraju teoretskim maksimumima, prosječni indeks lakoće iznosi $p=.66$, Fergusonov indeks osjetljivosti delta iznosi $\delta=.96$) i dobru pouzdanost (Cronbachov $\alpha=.87$). Postignuće na testu opada s dobi i značajno pozitivno korelira s Verbalnom serijom inteligencije (VSI) ($r=.50$; $p<.01$). 2) Test predmetnog pamćenja (namijenjen mjerenju predmetnog vizualnog kratkoročnog pamćenja) pokazao je slabe psihometrijske karakteristike: nisku osjetljivost (raspon iznosi 20 od 33, broj različitih rezultata 19 i visoki prosječni indeks lakoće $p=.79$) i nisku pouzdanost ($\alpha=.64$). Postignuće na testu opada s dobi. 3) Test alfanumeričkog pamćenja (namijenjen mjerenju verbalnog kratkoročnog pamćenja) pokazao je također slabe psihometrijske karakteristike: nisku osjetljivost (raspon iznosi 15 od 40, broj različitih rezultata 16 i visoki prosječni indeks lakoće $p=.81$) i nisku pouzdanost ($\alpha=.64$). Postignuće na testu opada s dobi i značajno pozitivno korelira s VSI ($r=.29$; $p<.05$).

Predlaže se otežavanje testova, primjena na širem uzorku te dodatna provjera kriterijske valjanosti.

Ključne riječi: kratkoročno pamćenje, računalno testiranje, test predmetnog pamćenja, test alfanumeričkog pamćenja, test prostornog pamćenja.

Abstract

Three computer-based short-term memory measures were constructed and psychometrically validated on 383 subjects.

1) Spatial memory test, intended to measure spatial visual short-term memory, displayed good psychometrical characteristics: sensitivity was good (with range and the number of distinct results at their theoretical maximum, average difficulty index $p=.66$, and Ferguson's sensitivity index $\delta=.96$), and reliability was good (Cronbach's $\alpha=.87$). Results dropped with age, and a significant correlation with VSI (a verbal abstract thinking test) was observed ($r=.50$; $p<.01$). 2) Object Memory Test, intended to measure object visual short-term memory, displayed poor psychometrical characteristics: sensitivity was poor (with range of 20 out of 33, the number of distinct results at 19, and high average difficulty index $p=.79$), and reliability was poor (Cronbach's $\alpha=.64$). Results dropped with age. 3) Alphanumeric Memory Test, intended to measure verbal short-term memory, displayed poor psychometrical characteristics as well: sensitivity was poor (with range of 15 out of 40, the number of distinct results at 16, and high average difficulty index $p=.81$), and reliability was poor (Cronbach's $\alpha=.63$). A significant correlation with VSI was observed ($r=.29$; $p<.05$).

Recommendations for further steps include increasing difficulty level of tests, an application of tests on wider samples, and an additional investigation of criterion validity.

Keywords: short-term memory, computer-based testing, object memory test, alphanumeric memory test, spatial memory test.

UVOD

U uvodnome dijelu odredit ćemo pojam pamćenja, izložiti kronološki pregled modela radnog pamćenja te predstaviti načine mjerenja kratkoročnog pamćenja kao i razloge za razvoj novih računalnih testova kratkoročnog pamćenja.

Određenje pamćenja

Sposobnost zadržavanja informacija stečenih iskustvom ili aktivnim učenjem naziva se pamćenjem (Petz i sur., 2005). Općenito se smatra, inspirirano Shannonovom informacijskom teorijom (Miller, 1956) i računalnom metaforom iz šezdesetih, da procesi pamćenja uključuju tri osnovne operacije: kodiranje, pohranjivanje i pronalaženje. Svaka operacija predstavlja jednu fazu pamćenja. **Kodiranje** obuhvaća pretvaranje osjetilnih podataka u neku vrstu mentalne reprezentacije, **pohranjivanje** se odnosi na zadržavanje podataka u pamćenju, a pri **pronalaženju** se pronalaze i koriste informacije pohranjene u pamćenju (Sternberg, 2004).

Atkinsonov i Shiffrinov modalni model pamćenja

Osnovnu podjelu pamćenja na **primarno pamćenje**, ono koje privremeno zadržava informacije koje se trenutačno koriste, i **sekundarno pamćenje**, ono koje trajno zadržava informacije, predložio je još William James (1890; prema Andrade, 2001). Šezdesetih godina prošlog stoljeća ustalila se koncepcija pamćenja prema **modalnome modelu** Atkinsona i Shiffrina (1968) prema kojem pamćenje nije jedinstveni sustav već se dijeli na senzorno, kratkoročno i dugoročno skladište (podjela pamćenja bila je mjesto prijepora sve do tada) (Baddeley, Eysenck i Anderson, 2009). Osjetilne informacije ulaze u sustav pamćenja kroz senzorno skladište, koje tako ima ulogu sučelja između percepcije i pamćenja, zadržavaju se u privremenom kratkoročnom skladištu i trajno pohranjuju u dugoročnom skladištu.

Senzorno skladište je ulazna točka za velik broj informacija koje kasnije ulaze u kratkoročno i dugoročno skladište. Ono nakratko zadržava vjernu presliku inicijalnog podražaja, do 0,5 sec za vizualne podražaje (ikoničko pamćenje), te do 2 sec za

akustičke podražaje (ehoičko pamćenje) (Sternberg, 2004). Danas prevladava mišljenje da senzorno pamćenje ne predstavlja neki izdvojeni sustav pamćenja, već da ovo svojevrsno zamrzavanje podražaja u vremenu reflektira opće neuralne mehanizme, odnosno trajanje neuralnog odgovora (Crowder i Surprenant, 2000; prema Nairne, 2003).

Osim što privremeno skladišti informacije u trajanju do nekoliko sekundi, prema ovom modelu **kratkoročno skladište** istovremeno funkcionira i kao radno pamćenje, barem u ograničenom shvaćanju, te omogućava manipulaciju informacijama u nekom obliku mentalnog radnog prostora. Atkinson i Shiffrin (1968) pretpostavili su da se prijenos u dugoročno pamćenje odvija (isključivo) kao funkcija ponavljanja odnosno vremena zadržavanja u kratkoročnom skladištu. Ova je pretpostavka, međutim, s jedne strane naišla na kritike Craika i Lockharta (1972; prema Sternberg, 2004), koji predlažu da učenje ovisi o **dubini procesiranja** (od fizikalne, preko akustičke, do semantičke razine), dok su se s druge strane pojavili neuropsihologijski nalazi da je, protivno onome što bi se moglo očekivati sukladno modelu, učenje moguće i kada je funkcija kratkoročnog spremišta oštećena (Basso, Spinnler, Vallar i Zanolis, 1982).

Konačno, **dugoročno skladište**, gotovo neograničenog kapaciteta, pohranjuje informacije godinama ili čak doživotno.

Baddeleyev i Hitchev višekomponentni model radnog pamćenja

Baddeleyev i Hitchev višekomponentni model radnog pamćenja odgovara na nedostatke modalnog modela kod koncepcije kratkoročnog pamćenja. Već sam naziv podcrtava odmak od jednostavne pohrane na funkcionalnu ulogu radnog pamćenja kao sustava koji omogućuje složene mentalne aktivnosti. Model se isprva sastoji od tri komponente: **središnjeg izvršitelja** i dva pomoćna sustava pohrane, **fonološke petlje** i **vizuospacijalnog ekrana**.

Središnji izvršitelj je zadužen za upravljanje i raspodjelu pažnje.

Fonološka petlja nakratko zadržava akustičke ili glasovne tragove pamćenja u fonološkom skladištu u trajanju od jedne do dvije sekunde, odnosno duže, ako se tragovi pamćenja obnavljaju pomoću procesa bezglasnog ponavljanja. Ovaj model

uspješno objašnjava opažene osobine verbalnog kratkoročnog pamćenja poput efekta fonološke sličnosti (glasovno sličnije čestice teže se dosjećaju) i efekta dužine riječi (što su riječi duže, odnosno što više vremena treba za njihovu vokalizaciju, to se manje riječi pamti), mada ne i sve: ne objašnjava problem redoslijeda (odnosno kako se pohranjuje poredak čestica) i efekt irelevantnih zvukova (nisu objašnjeni svi istraživački nalazi vezani uz ometajući utjecaj irelevantnih zvukova) (Gathercole, 1996).

Čini se da je fonološka petlja presudna za rano usvajanje jezika, prije nego što se usvajanje novih riječi počne temeljiti na postojećem vokabularu, ali ne i za svakodnevno normalno funkcioniranje čovjeka (ako izuzmemo laboratorijske situacije mjerenja raspona i otežano usvajanje novih stranih riječi) (Baddeley, Papagno i Vallar, 1988).

Vizuospacijalni ekran, analogno fonološkoj petlji, na kratko vrijeme zadržava vizuospacijalne informacije. Sačinjavaju ga barem dva podsustava: predmetno pamćenje koje odgovara na pitanje o kojem se predmetu radi (vizualna komponenta) i prostorno pamćenje koje odgovara na pitanje gdje je predmet (spacijalna komponenta); treći podsustav bi moglo biti kinestetičko pamćenje.

Kasnije je model nadopunjen i četvrtom komponentom sustava, epizodičkim međuspremnikom, koji integrira informacije iz različitih podsustava radnog pamćenja i dugoročnog pamćenja.

Opravdanosti podjele kratkoročnog pamćenja na verbalnu i vidnu komponentu potvrđuje isprva postojanje različitih raspona: 7 ± 2 jedinice za verbalno (Miller, 1956), odnosno 1 jedinica (Warrington i Taylor, 1973) ili oko 3 jedinice (Phillips i Zahra, 1979) za vidno pamćenje. Osim toga su dokumentirani slučajevi kako ozljeda mozga može dovesti do smetnji verbalnog kratkoročnog pamćenja bez ometanja vidnog i obratno (De Renzi i Nichelli, 1975). Nadalje, opterećivanje verbalnim zadacima ne utječe na postignuće vezano za vidno kratkoročno pamćenje i obratno (Vogel, Woodman i Luck, 2001).

Ostali modeli radnog pamćenja uglavnom se razlikuju pridavanjem više ili manje važnosti pojedinačnim komponentama i/ili procesima, međutim većina ih je suglasna oko osnovnih postavki: 1) radno pamćenje predstavlja neku vrstu mentalnog

radnog prostora, 2) povezano je s pažnjom i 3) integrira resurse iz kratkoročnog i dugoročnog pamćenja.

Cowanov model (1999) razlikuje se time što pretpostavlja da radno pamćenje počiva na privremenoj aktivaciji sadržaja u dugoročnom pamćenju, i da tom aktivacijom upravljaju procesi pažnje. Engleov model inhibitorne kontrole (1996) naglašava važnost inhibicije ometajućih sadržaja, odnosno sprečavanja proaktivne interferencije.

Baddeleyev i Hitchev višekomponentni model svakako ne treba gledati kao jedini ili najbolji model radnog pamćenja, međutim i nakon 40 godina postojanja radi se o vodećem modelu radnog pamćenja.

Kratkoročno i radno pamćenje

Kada se danas koriste pojmovi kratkoročno i pamćenje, općenito se pod tim pojmovima podrazumijevaju istraživačke paradigme.

Istraživačka paradigma kratkoročnog pamćenja podrazumijeva istraživanja provedena primjenjujući zadatke jednostavnog zadržavanja informacija (testira se samo privremena pohrana), dok istraživačka paradigma radnog pamćenje podrazumijeva istraživanja provedena primjenjujući zadatke koji osim samo zadržavanja zahtijevaju istovremenu manipulaciju informacijama (testira se privremena pohrana uz istovremenu manipulaciju informacijama) (Aben, Stapert i Blokland, 2012).

Ovakva podjela omogućuje provođenje istraživanja koja nisu usko vezana za neki određeni teoretski model, međutim ipak treba biti svjestan određene terminološke zbrke u literaturi: 1) često se u istraživanjima pojmovi kratkoročno i radno pamćenje koriste sinonimno te 2) dio istraživanja sugerira visoko ili potpuno preklapanje kratkoročnog i radnog pamćenja (Aben i sur., 2012).

Ovako dobivene rezultate opet objašnjavamo koristeći neki teorijski model, pri čemu uspješnost objašnjavanja opaženih karakteristika potvrđuje model ili ukazuje na njegove nedostatke. Prema Baddeleyevom modelu, rezultate na zadacima verbalnog kratkoročnog pamćenja tumačimo teorijskim konceptom fonološke petlje, a rezultate na

zadacima vizualnog kratkoročnog pamćenja teorijskim konceptom vizuospacijalnog ekrana (Baddeley, 2004).

Mjerenje kratkoročnog i radnog pamćenja

Kratkoročno pamćenje se mjeri zadacima jednostavnog raspona. Ovi zadaci od sudionika zahtijevaju kratko zadržavanje u pamćenju skupine simbola, elemenata ili prostornih pozicija, nakon čega slijedi dosjećanje (Aben i sur., 2012).

Radno pamćenje mjeri se zadacima složenog raspona. Zadaci složenog raspona sastavljeni su od zadatka jednostavnog raspona i nekog dodatnog kognitivno zahtjevnog zadatka kojeg sudionik rješava u periodu retencije. Ovaj dodatni zadatak može primjerice biti obavljanje neke računske radnje (u zadatku raspona operacija ispitanik pamti riječi, međutim prije dosjećanja treba izvesti neku jednostavnu računsku radnju, npr. izračunati koliko iznosi $4/2 + 3$) ili odlučivanje o sintaktičkoj i semantičkoj ispravnosti rečenica (u zadatku raspona čitanja ispitanik pamti zadnje riječi u rečenicama koje također čita na glas i odlučuje jesu li ispravne) (Aben i sur., 2012).

Pregled zadataka jednostavnog i složenog raspona na koje nailazimo u literaturi iznesen je u tablici 1.

Tablica 1

Pregled zadataka za mjerenje kratkoročnog pamćenja (zadaci jednostavnog raspona) i radnog pamćenja (zadaci složenog raspona) (Aben, 2012).

| Mjerenje kratkoročnog pamćenja | Mjerenje radnog pamćenja |
|---|---|
| Jednostavni rasponi | Složeni rasponi |
| Raspon riječi (word span) | Raspon čitanja (reading span) |
| Raspon brojeva (digit span) | Raspon brojanja (counting span) |
| Corsijev raspon (Corsi block) | Raspon operacija (operation span) |
| Pamćenje točaka (dot memory) | Raspon računanja (computation span) |
| Ponavljanje rečenica (sentence repetition) | n-unatrag (n-back) |
| Knoxov test kocki (Knox cube test) | Matrica točki (dot matrix) |
| Prostorni raspon (spatial span) | Praćenje (keeping track) |
| Raspon vizualnih uzoraka (visual patterns span) | Raspon tekućeg pamćenja (running memory span) |

Mjere kratkoročnog pamćenja

Od različitih mjera kratkoročnog pamćenja, tri se nameću kao najkorištenije: raspon pamćenja brojeva kao mjera verbalnog kratkoročnog pamćenja, raspon vizualnih uzoraka kao mjera predmetnog kratkoročnog pamćenja i Corsijev raspon kao mjera prostornog kratkoročnog pamćenja.

Raspon pamćenja brojeva najčešće je korištena mjera kratkoročnog verbalnog pamćenja (Wilson, 2002). Osmislio ga je još 1887. John Jacobs kako bi procijenio sposobnosti svojih učenika. Ovaj jednostavan test ponavljanja nizova znamenki osim što je sastavni dio Wechslerovog testa pamćenja (WMS), sadržan je i u najraširenijem testu inteligencije, Wechslerovom testu inteligencije za odrasle (WAIS). Raspon pamćenja brojeva definira se kao duljina najduljeg ispravno ponovljenog niza znamenki (Baddeley i sur., 2009).

George Miller (1956) navodi da je raspon pamćenja ograničen je na 7 ± 2 jedinice (eng. *chunk*), pri čemu jedna jedinica može predstavljati više informacija smisleno povezanih u grupu. Grupiranje informacija oslanja se prvenstveno na dugoročno pamćenje, npr. znamenke 3, 1 i 4 mogu se pamtit i kao jedna jedinica informacije (tj. broj π), ali se može inducirati i ritmom u kojem je niz prezentiran. Grupiranje u grupe od tri broja s pauzom između grupa pokazalo se najboljim, a čini se da sustavu pamćenja pomaže prozodija, odnosno korištenje prirodnih ritmova koji se pojavljuju u jeziku. Stvaran raspon, prema Cowanu (2000), nakon što se posve isključe mogućnosti grupiranja, iznosi oko 4 jedinice.

Istraživanje Hestere, Kinselle i Onga (2004) pokazalo je da raspon pamćenja brojeva nije povezan sa spolom, ali da postoji negativna povezanost s dobi, iako manje izražena nego za prostorne raspone i zapaženija tek oko i nakon šezdesetih. Slično, Parkinson, Inman i Dannenbaum (1985) navode da raspon pamćenja brojeva tijekom života pada s prosječnih 6.6 (skupina od 17 do 28 godina) na 5.8 čestica (skupina od 62 do 84 godine), što je opet manje izražen pad nego kod testova radnog verbalnog pamćenja.

Raspon vizualnih uzoraka (Della Sala, Gray, Baddeley i Wilson, 1997) klasičan je zadatak za mjerenje kratkoročnog predmetnog pamćenja. Sudionici istraživanja

trebaju upamtiti raspored ispunjenih i neispunjenih polja u matrici. Početna veličina matrice je 2x2 i postupno se povećava, a broj ispunjenih i neispunjenih polja ostaje uvijek isti. Kao rezultat uzima se broj ispunjenih polja najveće ispravno ponovljene matrice (npr. 6 ako je najveća matrica koje se ispitanik mogao točno prisjetiti bila veličine 3x4).

Raspon vizualnih uzoraka negativno korelira s dobi ($r=-.55$; $p<.01$) i nešto je viši kod muškaraca (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano i Wilson, 1999).

Corsijev raspon (Corsi, 1972) klasičan je zadatak za mjerenje kratkoročnog prostornog pamćenja u kojem eksperimentator dodiruje kocke redosljedom koji sudionik istraživanja treba ispravno ponoviti. Slijed je na početku kratak, pa duži, sve dok sudionik istraživanja više nije sposoban ponoviti niz. Corsijev raspon obično iznosi oko 5 čestica (dvije čestice manje od raspona brojeva) pri čemu su muškarci uspješniji od žena za oko pola čestice (Piccardi i sur., 2008), a opada s dobi (Iachini, Ruggiero, Ruotolo, i Pizza, 2008). Spinler i sur. (1988) navode da Corsijev raspon pada s prosječnih 5.1 (skupina od 18 do 49 godina) na 4.7 čestica (skupina od 50 do 84 godine).

Raspon vizualnih uzoraka očekivano (s obzirom na to da zadaci prostornog pamćenja obuhvaćaju i aspekte predmetnog pamćenja) korelira i s Corsijevim rasponom ($r=.44$ do $r=.56$; $p<.01$) (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano i Wilson, 1999).

Općenito se pokazalo da kod mjera prostornog pamćenja ne postoji podjela na kratkoročno (pasivna pohrana) i radno prostorno pamćenje, odnosno istraživanja ukazuju na to da zadaci kratkoročnog prostornog i zadaci radnog prostornog pamćenja mjere isti konstrukt. Osim toga, mjere prostornog pamćenja dobro koreliraju s mjerama vizualne inteligencije, do te mjere da ih neki autori i smatraju mjerama vizualne inteligencije (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah i Hegart, 2001).

Odnos s mjerama inteligencije

Smatra se da je kratkoročno pamćenje, za razliku od radnog pamćenja (Wilhelm i Engle, 2005), slabije povezano s inteligencijom. Osobe s jasno ograničenim teškim poremećajem funkcije fonološke petlje (raspon brojeva od 2) mogu biti normalne ili

iznadprosječne inteligencije, kao i netaknutog dugoročnog i kratkoročnog vizualnog pamćenja (Basso i sur., 1982).

Međutim, 1) neka novija istraživanja osporavaju postojanje ovih prediktivnih razlika između kratkoročnog i radnog pamćenja, npr. Aben i sur. (2012) navode niz istraživanja koja pokazuju da radno pamćenje i inteligencija koreliraju između .48 i .59, ali i da kratkoročno pamćenje i inteligencija koreliraju između .35 i .52, te osim toga, 2) testovi kratkoročnog pamćenja (pogotovo vizualnog kratkoročnog pamćenja) nužno barem dijelom mjere i sposobnost usmjeravanja pažnje, odnosno radno pamćenje, kao što uostalom i testovi inteligencije nužno barem dijelom mjere i pamćenje (testovi inteligencije redovito i sadrže i mjere pamćenja, npr. WAIS).

Nedostaci postojećih mjera

Raspon pamćenja brojeva dobro je psihometrijski validiran u sklopu testova inteligencije (WAIS) i testova pamćenja (WMS), međutim ti testovi pripadaju kategoriji psihodijagnostičkih sredstava koje smiju upotrebljavati samo psiholozi uz dodatnu izobrazbu. Osim toga, provođenje testiranja zahtjeva aktivan angažman eksperimentatora, što ga čini neekonomičnim, posebno za grupna testiranja.

Raspon vizualnih uzoraka manje je dobro psihometrijski validiran instrument. Osim toga koristi krajnje reducirani podražajni materijal dvojbene ekološke valjanosti.

Corsijev raspon nalazimo uglavnom samo u kontekstu kliničkih istraživanja.

Razvoj tri računalna testa kratkoročnog pamćenja

Cilj konstrukcije testova je bio razvoj instrumenata koji mjere kratkoročno verbalno, predmetno i prostorno pamćenje, a koji se mogu primjenjivati za potrebe temeljnih i primijenjenih istraživanja (posebno u kliničkim i selekcijskim okvirima), a ekonomični su u smislu vremena i angažmana eksperimentatora.

Testovi su razvijeni 2011. godine u okviru projekta „Razvoj, standardizacija i psihometrijska validacija testova kognitivnih sposobnosti“ koji se od 2007. provodi na Odsjeku za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu. Autorica testova je dr. sc.

Andrea Vranić, a testove je u sklopu ovog diplomskog rada programirao Elvis Mehmedović.

Test alfanumeričkog pamćenja namijenjen je mjerenju kratkoročnog verbalnog pamćenja u obliku serije zadatka uparivanja s ciljnim podražajem pri čemu se kao podražajni materijal koriste nizovi slova i brojeva. Test predmetnog pamćenja namijenjen je mjerenju kratkoročnog predmetnog pamćenja također u obliku serije zadatka uparivanja s ciljnim podražajem pri čemu se kao podražajni materijal koriste geometrijski oblici. I konačno, Test prostornog pamćenja namijenjen je mjerenju kratkoročnog prostornog pamćenja u obliku serije zadataka ponavljanja prostornih sljedova.

O računalnom testiranju

Kako je posebno kod testiranja kratkoročnog pamćenja bitna brzina i preciznost prezentiranja složnog podražajnog materijala, te složeni načini na koje se ostvaruje interakcija sudionika i testa, osobito što se tiče Testa prostornog pamćenja, odlučili smo izraditi računalne testove.

Računalno testiranje rješava nekoliko problema: 1) problem objektivnosti: eliminira utjecaj eksperimentatora kod primjene i bodovanja testova, 2) problem ekonomičnosti: bez računala, testiranje bi bilo zahtjevno i teško izvedivo, kao i kasniji prijenos rezultata na računalo, 3) problem samog provođenja testa: bez računala, testiranje bi bilo otežano i neizvedivo na identičan način, 4) problem široke primjene: računalni test može biti sigurno dostupan bilo kome s internetskom vezom (British Psychological Society, 2002).

CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je provjera psihometrijskih karakteristika novih računalnih instrumenata za mjerenje kratkoročnog pamćenja

Sukladno postavljenom cilju, problemi istraživanja su:

1. Utvrđivanje osnovnih statističkih pokazatelja testova
2. Ispitivanje psihometrijskih karakteristika ukupnih rezultata

3. Ispitivanje psihometrijskih karakteristika pojedinih čestica testa
4. Provjera faktorske strukture testova
5. Ispitivanje mjera kriterijske valjanosti

METODOLOGIJA

Predistraživanje

Sadašnjem obliku testova prethodilo je predistraživanje na 8 studenata psihologije kojim su dobivene orijentacijske vrijednosti za postignuće na testovima: za Test prostornog pamćenja $M=25.89$ ($SD=4.54$) s rasponom 13 (broj zadataka bio je 33), za Test alfanumeričkog pamćenja $M=33.78$ ($SD=2.11$) s rasponom 6 (broj zadataka bio je 37; konačnoj varijanti ovog testa izmijenjeni su neki postojeći i dodana tri nova zadatka) i za Test prostornog pamćenja $M=20.33$ ($SD=3.20$) s rasponom 11 (broj zadataka bio je 25).

Od ispitanika su sakupljene i povratne informacije o jasnoći upute (svi testovi dobili su najvišu ocjenu jasnoće upute), prikladnosti težine zadataka (svi testovi dobili su srednju ocjenu težine zadataka), prikladnosti zadataka (svi testovi dobili su srednju ocjenu prikladnosti zadataka) te korištenim strategijama rješavanja (opširnije u prilogima 5 i 6).

Očito su se testovi pokazali laganim za ovaj uzorak, iako su ispitanici zadatke doživjeli srednje teškima. Odlučeno je otežati samo Test alfanumeričkog pamćenja i povećati vremenska ograničenja, a osim toga provedena su i neka tehnička poboljšanja (otklonjene su neke pogreške i nejasnoće u radu računalnih testova).

Sudionici i postupak

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 383 ispitanika, od čega 75% žena i 25% muškaraca. Radilo se o prigodnom uzorku koji ponajprije predstavlja urbanu, visokoobrazovanu i mlađu populaciju: jedan dio ispitanika bili su studenti 1. i 2. godine psihologije na Filozofskom fakultetu u Zagrebu (njih 221), dok su drugi dio bili zaposlenici marketinških agencija BBDO Zagreb i Proximity Zagreb te učitelji srednjih

škola (njih 162) (tablice 2 i 3). Raspon dobi sudionika istraživanja bio je između 19 i 61 godine ($M=26.16$, $SD=8.04$), a po stupnju obrazovanju ispitanici su ponajviše bili studenti (57.70%), osobe sa završenim fakultetom (30.50%) i osobe sa završenom srednjom školom (8.90%).

Tablica 2
Broj sudionika istraživanja.

| | | Test predmetnog pamćenja | Test alfanumeričkog pamćenja | Test prostornog pamćenja |
|---|-----------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| N | Studenti | 113 | 66 | 88 |
| | Zaposleni | 146 | 66 | 57 |
| | Svi | 259 | 132 | 145 |

Legenda: N – broj ispitanika.

Tablica 3
Dob sudionika istraživanja po uzorcima.

| | Studenti | Zaposleni | Svi |
|-----|----------|-----------|-------|
| N | 221 | 162 | 383 |
| M | 21.75 | 32.15 | 26.16 |
| SD | 2.32 | 9.11 | 8.04 |
| Min | 19 | 19 | 19 |
| Max | 32 | 61 | 61 |

Legenda: N – broj ispitanika; M – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; min i max – najmanja i najveća vrijednost.

Ispitanici su u pravilu rješavali po dva testa (cilj je bio imati najmanje četrdeset ispitanika za svaku kombinaciju tri testa da bi se mogle računati korelacije među testovima), a ovisno o vremenskim mogućnostima sva tri ili samo jedan test. Sudjelovanje u istraživanju je bilo dobrovoljno, a studenti su dobili potvrdu za sudjelovanje u istraživanju.

Kod studenata psihologije smo uz prethodno dopuštenje iskoristili rezultate postignute na prijemnom ispitu na testu verbalne inteligencije Verbalna serija inteligencije (VSI) za provjeru kriterijske valjanosti. Testiranje je provedeno u računalnoj učionici Odsjeka za psihologiju te u uredima marketinške agencije. Ovi prostori osiguravali su neometan rad te potrebne tehničke uvjete (prikladno osobno računalo s mišem).

Mjerni instrumenti

Općenito o testovima kratkoročnog pamćenja

Sva tri testa kratkoročnog pamćenja namijenjena su isključivoj primjeni na računalu te dijele zajednički izgled, opći način funkcioniranja i strukturu:

1. Početni ekran: prikazuje naziv testa,
2. Demografski podaci: upisuju se ime i prezime, e-mail adresa, datum rođenja, spol, stupanj obrazovanja i veličina mjesta u kojem je proveden najveći dio života (prilog 1),
3. Uputa: tekstualna uputa praćena ilustracijom (prilozi 2, 3 i 4),
4. Zadaci za vježbu: dva zadatka za vježbu kojima prethodi ponovno skraćena uputa, a zadaci se trebaju točno riješiti da bi se nastavilo s testiranjem,
5. Zadaci: serija zadataka koje ispitanik treba riješiti,
6. Završni ekran: zahvala.

Redoslijed zadataka unutar svih testova uvijek je isti.

1. Test predmetnog pamćenja

Test predmetnog pamćenja sastoji se od 33 zadatka uparivanja s ciljnim podražajem (match to sample zadaci). Svaki zadatak strukturiran je na sljedeći način:

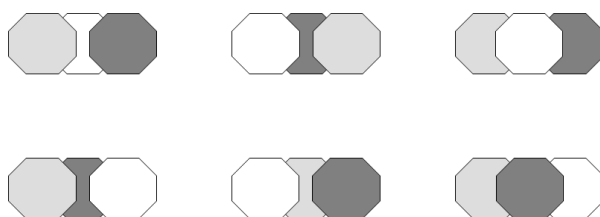
1. Prezentacija fiksacijskog križića (3 sec),
2. Prezentacija ciljnog podražaja (3 sec) (slika 1),
3. Prezentacija fiksacijskog križića (3 sec),
4. Odabir prethodno viđenog lika između šest ponuđenih likova, odnosno pet distraktora i jednog ciljnog podražaja (najduže 60 sec) (slika 2).

Ispitanik treba upamtiti prezentirani podražaj i odabrati ga u sljedećem koraku iz niza od šest ponuđenih likova. Zadaci u testu nisu sustavno poredani po težini osim što oni očito najlakši jesu stavljeni na početak (složeni podražajni materijal zahtijevao bi i složen sustav vrednovanja težine; više u diskusiji). Svaki točan odgovor boduje se jednim bodom. Rješavanje testa u prosjeku traje oko 16.94 min ($SD=8.47$).



Slika 1. Primjer ciljnog podražaja testa predmetnog pamćenja.

● 1/2



Slika 2. Primjer odabira ciljnog podražaja testa predmetnog pamćenja.

Podražajni materijal ovog testa sastoji se od različitih geometrijskih likova, ispunjenih različitim bojama ili teksturama, koji se preklapaju na različite načine, kao što je moguće vidjeti iz primjera (slike 1, 2 i 3).

Ovim podražajnim materijalom smjeralo se testiranje vidnog kratkoročnog pamćenja, i to podsustava predmetnog vidnog kratkoročnog pamćenja. U fazi predistraživanja uklonjeni su zadaci s neadekvatnim odnosno previše sličnim distraktorima.

2. Test alfanumeričkog pamćenja

Test pamćenja niza slova i brojeva sastoji se od 40 zadataka uparivanja s ciljnim podražajem (match to sample zadaci).

Svaki zadatak strukturiran je na sljedeći način:

1. Presentacija fiksacijskog križića (3 sec),
2. Presentacija ciljnog podražaja (3 sec) (slika 3),
3. Presentacija fiksacijskog križića (3 sec),
4. Odabir prethodno viđenog niza između šest ponuđenih likova, odnosno pet distraktora i jednog ciljnog podražaja (najduže 60 sec) (slika 4).

Ispitanik treba upamtiti prezentirani podražaj i odabrati ga u sljedećem koraku iz niza od šest ponuđenih nizova slova i brojeva. Svaki točan odgovor boduje se jednim bodom. Rješavanje testa u prosjeku traje 17.87 min ($SD=6.15$).

R 7 E

Slika 3. Primjer ciljnog podražaja testa pamćenja niza slova i brojeva.

| | | |
|-------|-------|-------|
| E 7 R | E 8 R | R 7 E |
| 7 E R | E 7 P | F 7 R |

Slika 4. Primjer odabira ciljnog podražaja testa pamćenja niza slova i brojeva.

Podražajni materijal ovog testa sastoji se od nizova slova i brojeva, kao što je moguće vidjeti iz primjera (slike 3 i 4). Zadatci su u testu poredani po težini, od lakših k težima. Početna dužina niza je 3, nakon dva zadatka povećava se na 4, nakon još četiri zadatka se povećava na 5, pa raste sve do 10 (u predistraživanju je utvrđeno da je potrebna dužina niza od 10 da se izbjegne efekt stropa). Radi se o slučajnim kombinacija slova i brojeva, pri čemu su eliminirani nizovi koji su u sebi sadržavali smislene ili lako pamtljive dijelove.

Ovim podražajnim materijalom smjeralo se testiranje verbalnog kratkoročnog pamćenja.

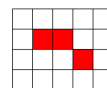
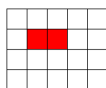
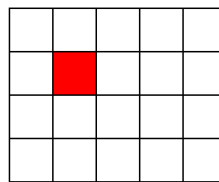
3. Test prostornog pamćenja

Test prostornog pamćenja sastoji se od 25 zadataka u kojima je potrebno ponoviti prostorni slijed. Svaki zadatak strukturiran je na sljedeći način:

1. Prezentacija fiksacijskog križića (3 sec),
2. Prezentacija prostornog slijeda: unutar rešetke (5x4) pale se (ispunjavaju crvenom bojom) kvadratna polja, točno određenim redoslijedom, s razmakom od 1 sec, na točno određenim pozicijama (slika 5),
3. Prezentacija fiksacijskog križića (3 sec) (slika 1),

4. Presentacija prazne rešetke na kojoj sada ispitanik treba ispravno ponoviti prostorni slijed, dakle točnim redoslijedom kliknuti na točne lokacije na rešetci (najduže 120 sec).

Ispitanik treba upamtiti prezentirani prostorni slijed i samostalno ga ponoviti u sljedećem koraku. Zadataci su u testu poredani po težini, od lakših k težima. U prvih pet zadataka pojavljuje se slijed od tri crvena kvadrata, u sljedećih pet zadataka slijed od četiri crvena kvadrata, sve do zadnjih pet zadataka u kojima se pojavljuje slijed od sedam crvenih kvadrata (slijed od sedam pokazao se u predistraživanju kao gornja granica kad se zadatak još ne doživljava nemogućim ili frustrirajućim). Svaki točno ponovljeni slijed boduje se jednim bodom. Rješavanje testa u prosjeku traje 19.95 min ($SD=14.17$).



Slika 5. Primjer ciljnog podražaja testa pamćenja prostornog slijeda.

Ovim podražajnim materijalom smjeralo se testiranje vidnog kratkoročnog pamćenja, i to podsustava prostornog vidnog kratkoročnog pamćenja.

Verbalna serija inteligencije (VSI)

VSI – Verbalna serija inteligencije predstavlja verbalni test inteligencije razvijen 2007. u okviru projekta **Razvoj, standardizacija i psihometrijska validacija testova kognitivnih sposobnosti**. Autori testa su Damir Ljubotina., Meri Tadinac, Vladimir Kolesarić i Dragutin Ivanec. Test predstavlja bateriju od pet subtestova s ukupno 95 zadataka čija primjena traje 44 minute. Pouzdanost testa iznosi .90, a predstavlja dobru mjeru generalnog g-faktora rezoniranja na verbalnom sadržaju.

REZULTATI

Statistička obrada prikupljenih podataka obavljena je koristeći statistički paket IBM SPSS Statistics 21 na operativnom sustavu Mac OS X. Prijenos rezultata u SPSS obavljen je bez ručnog posredovanja zahvaljujući posebno izrađenoj mogućnosti izravnog izvoza rezultata u SPSS format iz sva tri računalna testa: Testa predmetnog pamćenja, Testa alfanumeričkog pamćenja i Testa prostornog pamćenja.

Opći statistički pokazatelji

Ukupni rezultati testova dobiveni su kao linearna kombinacija pojedinačnih binarnih čestica (0 ili 1 za netočne odnosno točne odgovore). Deskriptivna statistika za tri testa prikazana je u tablici 4.

Tablica 4
Deskriptivna statistika za ukupne rezultate tri testa.

| | Test predmetnog pamćenja | Test alfanumeričkog pamćenja | Test prostornog pamćenja |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Broj čestica | 33 | 40 | 25 |
| N | 259 | 132 | 145 |
| M | 25.87 | 32.82 | 16.44 |
| SD | 3.69 | 3.40 | 4.98 |
| Min | 13 | 24 | 0 |
| Max | 33 | 39 | 25 |
| prosječni p | .79 | .81 | .66 |
| prosječna r_{ij} | .05 | .04 | .23 |
| min r_{ij} | -.12 | -.27 | -.04 |
| max r_{ij} | .26 | .43 | .65 |

| | | | |
|--------------------|------|------|------|
| α | .64 | .63 | .87 |
| prosječna r_{iu} | .18 | .16 | .45 |
| SE | .23 | .30 | .41 |
| SEM | 2.21 | 2.07 | 1.80 |

Legenda: N – broj ispitanika; M – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; min i max – najmanja i najveća vrijednost; prosječni p – indeks lakoće zadataka; r_{ij} – interkorelacije zadataka; r_{iu} – koeficijent diskriminativnosti zadataka; α – Cronbachov Alpha koeficijent pouzdanosti; SE – standardna pogreška aritmetičke sredine; SEM – standardna pogreška mjerenja.

Raspodjela ukupnih rezultata sva tri testa značajno odstupa od normalne raspodjele (Kolmogorov-Smirnovljevi $Z=0.110$; $p<.01$ za Test predmetnog pamćenja, $Z=0.135$; $p<.01$ za Test alfanumeričkog pamćenja, i $Z=0.127$; $p<.01$ za Test prostornog pamćenja). Grafički prikaz raspodjela je u prilogu 7 na slikama 9, 10 i 11, a očito je da su distribucije frekvencija ukupnog rezultata su negativno asimetrične, pogotovo kod Testa alfanumeričkog pamćenja i Testa predmetnog pamćenja.

Analiza čestica testova

U tablicama 5, 6 i 7 prikazana je analiza čestica testova. Prikazani su: aritmetička sredina (koja ujedno predstavlja i indeks lakoće zadatka), standardna devijacija, korelacija zadatka s ukupnim rezultatom (odnosno koeficijent diskriminativne valjanosti).

Tablica 5
Prikaz analize zadataka Testa predmetnog pamćenja.

| | M | SD | r_{iu} | α (bez čestice) |
|----|-----|-----|----------|------------------------|
| 1 | .90 | .31 | .20 | .63 |
| 2 | .96 | .21 | .07 | .64 |
| 3 | .92 | .27 | .23 | .63 |
| 4 | .88 | .32 | .18 | .63 |
| 5 | .96 | .19 | .09 | .63 |
| 6 | .87 | .34 | .14 | .63 |
| 7 | .98 | .15 | .21 | .63 |
| 8 | .88 | .33 | .17 | .63 |
| 9 | .79 | .41 | .28 | .62 |
| 10 | .81 | .39 | .21 | .63 |
| 11 | .88 | .33 | .09 | .64 |
| 12 | .77 | .42 | .15 | .63 |
| 13 | .73 | .44 | .20 | .63 |
| 14 | .69 | .47 | .18 | .63 |

| | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|
| 15 | .87 | .34 | .15 | .63 |
| 16 | .68 | .47 | .19 | .63 |
| 17 | .78 | .41 | .32 | .62 |
| 18 | .77 | .42 | .12 | .63 |
| 19 | .75 | .43 | .19 | .63 |
| 20 | .77 | .42 | .16 | .63 |
| 21 | .60 | .49 | .15 | .63 |
| 22 | .60 | .49 | .06 | .64 |
| 23 | .92 | .27 | .05 | .64 |
| 24 | .90 | .30 | .25 | .62 |
| 25 | .79 | .41 | .25 | .62 |
| 26 | .71 | .45 | .23 | .62 |
| 27 | .57 | .50 | .15 | .63 |
| 28 | .70 | .46 | .19 | .63 |
| 29 | .77 | .42 | .25 | .62 |
| 30 | .55 | .50 | .20 | .63 |
| 31 | .65 | .48 | .23 | .62 |
| 32 | .92 | .27 | .14 | .63 |
| 33 | .64 | .48 | .25 | .62 |

Tablica 6
Prikaz analize zadatka Testa
alfanumeričkog pamćenja.

| | M | SD | r_{iu} | α (bez čestice) |
|----|------|-----|----------|------------------------|
| 1 | 1.00 | .00 | .00 | .63 |
| 2 | 1.00 | .00 | .00 | .63 |
| 3 | .98 | .16 | .05 | .63 |
| 4 | .98 | .16 | .10 | .63 |
| 5 | .98 | .13 | -.04 | .63 |
| 6 | 1.00 | .00 | .00 | .63 |
| 7 | .97 | .18 | .10 | .63 |
| 8 | .97 | .18 | .06 | .63 |
| 9 | .97 | .18 | .13 | .63 |
| 10 | .95 | .22 | .13 | .63 |
| 11 | .97 | .18 | .04 | .63 |
| 12 | .96 | .20 | .11 | .63 |
| 13 | .92 | .28 | .21 | .62 |
| 14 | .98 | .13 | .14 | .63 |
| 15 | .95 | .22 | .09 | .63 |
| 16 | .99 | .09 | .14 | .63 |
| 17 | .89 | .31 | .33 | .61 |
| 18 | .89 | .31 | .20 | .62 |
| 19 | .97 | .18 | .23 | .62 |
| 20 | .92 | .28 | .03 | .63 |
| 21 | .93 | .26 | .17 | .62 |
| 22 | .93 | .25 | .26 | .62 |
| 23 | .82 | .39 | .24 | .62 |
| 24 | .90 | .30 | .32 | .61 |
| 25 | .92 | .28 | .12 | .63 |
| 26 | .93 | .26 | .12 | .63 |
| 27 | .80 | .40 | .30 | .61 |
| 28 | .82 | .39 | .13 | .63 |
| 29 | .64 | .48 | .36 | .60 |
| 30 | .66 | .48 | .35 | .60 |
| 31 | .78 | .41 | .28 | .61 |
| 32 | .37 | .48 | .19 | .62 |
| 33 | .64 | .48 | .10 | .63 |
| 34 | .68 | .47 | .15 | .63 |
| 35 | .60 | .49 | .23 | .62 |
| 36 | .58 | .50 | .25 | .61 |
| 37 | .36 | .48 | .11 | .63 |
| 38 | .29 | .46 | .05 | .64 |
| 39 | .64 | .48 | .24 | .62 |
| 40 | .46 | .50 | .08 | .63 |

Tablica 7
Prikaz analize zadataka Testa prostornog pamćenja.

| | M | SD | r_{iu} | α (bez čestice) |
|----|-----|-----|----------|------------------------|
| 1 | .95 | .22 | .58 | .87 |
| 2 | .99 | .12 | .36 | .87 |
| 3 | .94 | .23 | .49 | .87 |
| 4 | .88 | .33 | .38 | .87 |
| 5 | .87 | .34 | .48 | .87 |
| 6 | .94 | .23 | .47 | .87 |
| 7 | .88 | .33 | .58 | .86 |
| 8 | .82 | .39 | .43 | .87 |
| 9 | .87 | .34 | .46 | .87 |
| 10 | .93 | .26 | .33 | .87 |
| 11 | .77 | .42 | .59 | .86 |
| 12 | .69 | .47 | .33 | .87 |
| 13 | .53 | .50 | .38 | .87 |
| 14 | .86 | .35 | .55 | .86 |
| 15 | .67 | .47 | .53 | .86 |
| 16 | .50 | .50 | .50 | .86 |
| 17 | .63 | .48 | .51 | .86 |
| 18 | .65 | .48 | .59 | .86 |
| 19 | .31 | .47 | .40 | .87 |
| 20 | .61 | .49 | .44 | .87 |
| 21 | .35 | .48 | .37 | .87 |
| 22 | .29 | .46 | .43 | .87 |
| 23 | .25 | .43 | .33 | .87 |
| 24 | .16 | .37 | .36 | .87 |
| 25 | .24 | .43 | .34 | .87 |

Analiza ukupnih rezultata testova

Pouzdanost testa jedna je od osnovnih metrijskih karakteristika, a odnosi se na točnost mjerenja bez obzira na to što se mjeri (Nunnally i Bernstein, 1994). Jedan od kriterija pouzdanosti je i unutrašnja konzistencija testa koja se iskazuje Cronbachovim alfa-koeficijentom; kada ne postoje podaci o vremenskoj stabilnosti, homogenost testa se vjerojatno najviše približava osnovnoj ideji pouzdanosti (Guilford, 1968). Cronbachov alfa-koeficijent dobiva se na osnovi interkorelacije čestica testa, a ovisi o broju čestica i njihovim interkorelacijama.

Pouzdanost Testa predmetnog pamćenja iznosi $\alpha=.64$, što se smatra niskom pouzdanosti. Pouzdanost Testa alfanumeričkog pamćenja iznosi $\alpha=.63$, što se također smatra niskom pouzdanosti. Pouzdanost Testa prostornog pamćenja iznosi $\alpha=.87$, što se smatra dobrom pouzdanosti, mada ne i izvrsnom (Anastasi, 2003).

Osjetljivost se okvirno može sagledati već iz raspona rezultata, broja ostvarenih različitih rezultata (BRR) i prosječnih indeksa lakoće. Test predmetnog pamćenja ima raspon 20 (od maksimalnih 33), BRR 19 i prosječni indeks lakoće .79. Test alfanumeričkog pamćenja ima raspon samo 15 (od maksimalnih 40), BRR 16 i prosječni indeks lakoće od .81. Samo Test prostornog pamćenja ima maksimalni raspon od 25, BRR 24 i povoljniji prosječni indeks lakoće od .66.

Dodatno je izračunat i Fergusonov indeks osjetljivosti delta koji za sve testove prelazi .9 ($\delta=.95$ za Test predmetnog pamćenja, $\delta=.93$ za Test alfanumeričkog pamćenja i $\delta=.96$ za Test prostornog pamćenja), međutim ovaj pokazatelj je problematičan zbog toga što često proizvodi neopravdano visoke vrijednosti.

Faktorska analiza

Faktorska analiza predstavlja skup matematičko-statističkih postupaka kojima se utvrđuje manji broj temeljnih ili latentnih varijabli kojima se objašnjava povezanost većeg broja manifestnih varijabli (Fulgosi, 1979). Te temeljene ili latentne varijable nazivaju se faktorima. Kako bismo istražili faktorsku strukturu testova, provedena je eksploratorna faktorska analiza metodom glavnih osi (provedena je i faktorska analiza metodom glavnih komponenti, međutim rezultati su ostali gotovo identični).

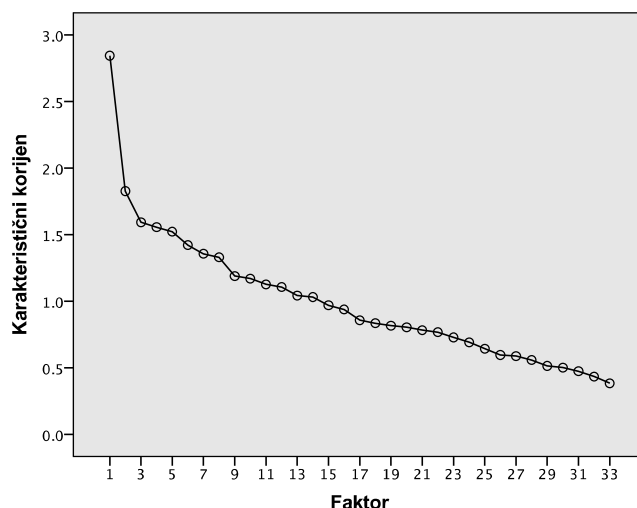
Ovdje se treba osvrnuti i na odabir kriterija za određivanje broja značajnih faktora. Općenito se najčešće koristi Kaiser-Guttmanov kriterij, zatim Catellov kriterij grafičkog prikaza karakterističnih korijena (*scree plot*), a tek onda Hornova paralelna analiza (Subotić, 2013).

Kaiser-Guttmanov kriterij zadržava komponente čiji karakteristični korijeni prelaze 1, što bi trebalo značiti da objašnjavaju veći dio varijance od jedne varijable pojedinačno, što podrazumijeva nekoliko teorijskih premisa koje su u međuvremenu opovrgnute ili se smatraju nerealističnim (Cliff, 1988; prema Subotić, 2013). *Scree plot* zadržava netrivialne komponente iznad osuline s trivialnim faktorima, što ga često čini subjektivnim kod određivanja točnog mjesta gdje osulina počinje. Paralelna analiza zadržava faktore čiji su karakteristični korijeni viši od onih dobivenih paralelnim izračunom na nasumično generiranim podacima za isti broj ispitanika i varijabli.

Usporedbe na stvarnim (rjeđe) i simuliranim (češće) podacima pokazuju da paralelna analiza najpreciznije određuje broj faktora, nakon nje *scree plot*, a Kaiser-Guttmanov kriterij je najneprecizniji i vrlo rijetko dobro funkcionira (Fabrigar, Wegener, MacCallum i Strahan, 1999; prema Hayton, Allen i Scarpello, 2004). Oдавде slijedi da se kao kriterij za odabir broj faktora treba koristiti paralelna analiza, pogotovo stoga što danas više ne postoje prepreke u smislu složenosti izračuna.

Sva tri testa zadovoljila su Bartlettov test ($\chi^2=816.21$; $ss=528$; $p<.01$ za Test predmetnog pamćenja; $\chi^2=961.17$; $ss=666$, $p<.01$ za Test alfanumeričkog pamćenja; $\chi^2=1189.73$; $ss=300$; $p<.01$ za Test prostornog pamćenja), međutim ne i Kaiser-Mayer-Olkinov test pogodnosti korelacijske matrice. Prema Keiseru (1970; prema Fulgosi, 1979) KMO indeks niži od 0.5 je neprihvatljiv, do .6 loš, do .7 osrednji, do .8 dobar, do .9 vrlo dobar i iznad .9 izvrstan. Kod Testa predmetnog pamćenja KMO indeks je bio jedva dostatan (KMO=.57), kod Testa alfanumeričkog pamćenja KMO indeks je nedostatan (KMO=.45), a kod Testa prostornog pamćenja KMO indeks je vrlo dobar (KMO=.83), što nam daje indikaciju o tome koliko će faktorska analiza biti uspješna.

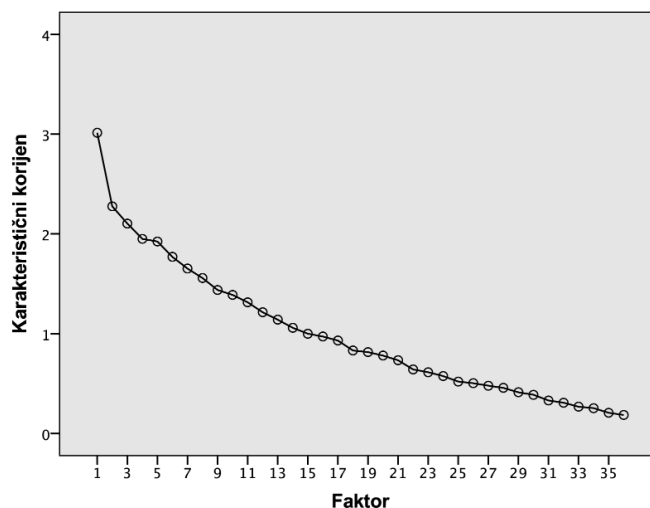
Faktorskom analizom 33 čestice Testa predmetnog pamćenja uz Kaiser-Guttmanov kriterij zadržali bismo 14 faktora čije vrijednosti karakterističnih korijena prelaze 1. Ovih 14 faktora objašnjavaju 60.96% varijance. Vodeći se kriterijem grafičkog prikaza (*scree plot*), zadržalo bi se dva faktora, nakon kojih je ostatak krivulja donekle izravnat u linearnom padu (tablica 11 u prilogu 8 i slika 6). Ova dva ekstrahirana faktora objašnjavaju 14.15% varijance, od toga prvi faktor 8.62% (s karakterističnim korijenom 2.84), a drugi 5.54% (s karakterističnim korijenom 1.83). Rješenje s dva faktora podupiru i rezultati paralelne analize (tablica 11 u prilogu 8): samo prvi i drugi faktor imaju karakteristične korijene više od onih koji se mogu izračunati koristeći paralelne podatke generirane slučajem za isti broj ispitanika i varijabli (izračunato je 50 iteracija, a kao kriterij uzimala se vrijednost 95. percentile).



Slika 6. Grafički prikaz vrijednost karakterističnih korijena (scree plot) za faktore u Testu predmetnog pamćenja.

Međutim, provođenje faktorske analize na dihotomnim česticama često, na osnovu sličnosti statističke raspodjele, proizvodi posebne faktore za lakše i teže zadatke, iako sve čestice testa mjere jednu jednodimenzionalnu latentnu varijablu (Bernstein i Teng, 1989). Ovdje se tako pretpostavlja da se ipak radi o samo jednom faktoru, pogotovo nakon *varimax* rotacije koja ponajprije sugerira podjelu na lake i teške zadatke (tablica 14 u prilogu 8).

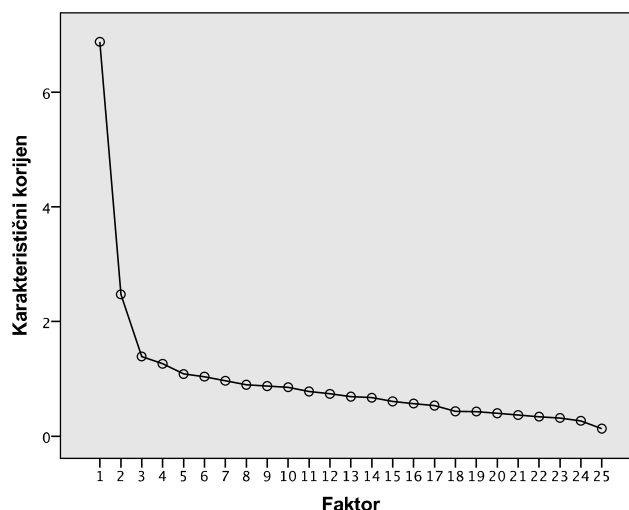
Faktorskom analizom 36 čestica Testa alfanumeričkog pamćenja (u analizu nisu uvrštene čestice 1, 2, 3 i 6 čije varijance iznose 0) uz Kaiser-Guttmanov kriterij zadržali bismo 14 faktora čije vrijednosti karakterističnih korijena prelaze 1. Ovih 14 faktora objašnjavaju 66.16% varijance. Vodeći se kriterijem grafičkog prikaza (*scree plot*), zadržalo bi se dva faktora, mada u ovom slučaju nije jednostavno odrediti gdje počinje osulina (*scree*), odnosno u ovom slučaju nema izraženog pada prije osuline (tablica 12 u prilogu 8 i slika 7). Ova dva ekstrahirana faktora objašnjavaju 14.70% varijance, od toga prvi faktor 8.37% (s karakterističnim korijenom 3.01), a drugi 6.32% (s karakterističnim korijenom 2.28). Rezultati paralelne analize (tablica 12 u prilogu 8) sugeriraju rješenje sa šest faktora, međutim treba primijetiti da kod zadnja četiri faktora karakteristični korijeni premašuju one dobivene na podacima generiranim slučajem za .tek 01 do .07; odnosno, moguće je zamisliti da bi ponovljena paralelna analiza eliminirala ova četiri zadnja faktora.



Slika 7. Grafički prikaz vrijednost karakterističnih korijena (scree plot) za faktore u Testu alfanumeričkog pamćenja.

Opet, naposljetku, nakon **varimax** rotacije i kako se radi od dihotomnim česticama, odlučujemo se za jednofaktorsko rješenje (tablica 14 u prilogu 8).

Faktorskom analizom 25 čestica Testa prostornog pamćenja uz Kaiser-Guttmanov kriterij zadržali bismo 6 faktora koji objašnjavaju 56.52% varijance. Vodeći se kriterijem grafičkog prikaza (**scree plot**), zadržali bismo dva faktora, nakon kojih se ostatak krivulje izravna u linearnom padu (tablica 13 u prilogu 8 i slika 8). Ova dva ekstrahirana faktora objašnjavaju 37.42% varijance, od toga prvi faktor 27.52% (s karakterističnim korijenom 6.88), a drugi 9.90% (s karakterističnim korijenom 2.48). Rješenje s dva faktora podupiru i rezultati paralelne analize (tablica 13 u prilogu 8): samo prvi i drugi faktor imaju karakteristične korijene više od onih koji se mogu izračunati koristeći podatke generirane slučajem za isti broj ispitanika i varijabli.



Slika 8. Grafički prikaz vrijednost karakterističnih korijena (scree plot) za faktore u Testu prostornog pamćenja.

Nakon *varimax* rotacije postaje očito da su faktori 1 i 2 povezani s težinom čestica testa (tablica 15 u prilogu 8) i odlučujemo se za jednofaktorsko rješenje.

Kriterijska valjanost

Sva tri testa međusobno značajno pozitivno koreliraju, a povezanost je najviša između testova vizualnog pamćenja (tablica 8).

Tablica 8
Interkorelacije Testa predmetnog pamćenja, Testa alfanumeričkog pamćenja i Testa prostornog pamćenja.

| | Predmetno | Alfanumeričko | Prostorno |
|---------------|--------------|---------------|-----------|
| Predmetno | 1 | | |
| Alfanumeričko | .33* (N=56) | 1 | |
| Prostorno | .49** (N=72) | .31* (N=64) | 1 |

* $p < .05$; ** $p < .01$

Što se povezanosti spola i postignuća tiče, t-testom za nezavisne uzorke ispitana je značajnost razlika među spolovima s obzirom na postignuće. Statistički značajna razlika utvrđena je samo kod Testa prostornog pamćenja između muškaraca ($M=17.87$, $SD=3.78$) i žena ($M=15.78$, $SD=5.34$); $t=2.39$, $p < .05$, $d=0.40$. Što se povezanosti dobi i postignuća tiče, utvrđena je značajna negativna povezanost Testa predmetnog pamćenja i dobi te Testa prostornog pamćenja i dobi, dok povezanost Testa alfanumeričkog pamćenja i dobi nije utvrđena (tablica 9).

Osim dobi i spola, što se kriterijske valjanosti tiče, ispitana je povezanost testova s Verbalnom serijom inteligencije (VSI). S ovim testom inteligencije značajno su korelirali Test alfanumeričkog pamćenja i pogotovo Test prostornog pamćenja, iako ovaj posljednji rezultat treba oprezno interpretirati s obzirom na nedostatnu veličinu uzorka. S VSI nije korelirao predmetni test kratkoročnog pamćenja (tablica 9).

Tablica 9
Korelacije testova s dobi i Verbalnom serijom inteligencije.

| | Predmetno | Alfanumeričko | Prostorno |
|-----|----------------|---------------|----------------|
| Dob | -.45** (N=259) | .02 (N=132) | -.33** (N=145) |
| VSI | .09 (N=54) | .29* (N=52) | .50** (N=33) |

* $p < .05$; ** $p < .01$

RASPRAVA

Test alfanumeričkog pamćenja, Test predmetnog pamćenja i Test prostornog pamćenja konstruirani su kako bi se obuhvatila tri podsustava kratkoročnog pamćenja: verbalno, predmetno i prostorno pamćenje.

Ovo istraživanje je prva primjena testova, i prva provjera na većem uzorku. Ono što je razvidno analizirajući rezultate (a što je ujedno i glavni ishod istraživanja) je da Test prostornog pamćenja uspješno zadovoljava različite psihometrijske kriterije i time pokazuje snažan potencijal u području testiranja prostornog vidnog kratkoročnog pamćenja. Ostala dva testa (Test predmetnog pamćenja i Test alfanumeričkog pamćenja) jedva zadovoljavaju ili ne zadovoljavaju psihometrijske kriterije. Smjer ostatka rasprave bit će dobrim dijelom određen ovim ishodom. Smatramo da se uz relativno jednostavne intervencije sva tri testa mogu dovesti do visoke razine psihometrijske kvalitete.

Krenimo od raspona. Test prostornog pamćenja ima najveći teoretski mogući raspon (25 od 25). Međutim, tako nije i kod ostala dva testa, a raspon je pogotovo uzak kod Testa alfanumeričkog pamćenja, samo 15 od mogućih 40. Raspon je uzak prvenstveno zašto što su zadaci bili previše jednostavni za ispitivani uzorak. Ovo je vidljivo iz a) negativno asimetričnih distribucija ukupnih rezultata kod sva tri testa (ističu se ponovno Test predmetnog pamćenja i Test alfanumeričkog pamćenja), b)

visokih prosječnih vrijednosti ukupnih rezultata testova (ističe se Test alfanumeričkog pamćenja s visokih $M=32.82$ od najviše 40) i c) visokih prosječnih indeksa lakoće (ističe se opet Test alfanumeričkog pamćenja s visokih prosječnih $p=0.81$). Ove vrijednosti su još lošije ako se promatraju samo studenti.

Analiza pojedinačnih čestica testova pokazuje da u Testu predmetnog pamćenja ima 13 zadataka (39% svih zadataka) s indeksom lakoće iznad .85, što se uzima kao točka iznad koje je čestice bolje izuzeti iz testa. U Testu alfanumeričkog pamćenja takvih čestica ima 25 (63% svih zadataka). U Testu prostornog pamćenja 10 (40% svih zadataka).

Osvrnimo se dakle na ovaj problem prejednostavnih zadataka prije nastavka daljnje diskusije. Očito je da zadaci jesu bili jednostavni za ispitanike ovog istraživanja, međutim, sudionici istraživanja bili su a) studenti psihologije u svojim ranim dvadesetima i b) visokoobrazovani zaposleni ljudi u svojim tridesetima. Ovo su dvije skupine za koje bismo očekivali najviše rezultate i očito je da bi za njih trebalo otežati testove. S druge strane, kako bismo očuvali primjenjivost testova na starijim populacijama (60 godina i više), kao i u kliničkim situacijama za procjenu stupnja oštećenja kratkoročnog pamćenja, potrebno je svakako zadržati jednostavne zadatke, ali smanjiti njihov broj.

Prosječni koeficijenti diskriminativne valjanosti kreću se od .16 i .18, za Test alfanumeričkog i Test predmetnog pamćenja, do .45, za Test prostornog pamćenja. Općenito se čestice s koeficijentom diskriminativne valjanosti ispod .30 izbacuju. Niski koeficijenti su donekle za očekivati s obzirom na rast težine zadataka, međutim očekivali bismo više vrijednosti kod adekvatno teškog testa. Problematične su neke negativne interkorelacije među česticama, moguće tumačenje je da bolji ispitanici više griješe na manje izazovnim zadacima.

Pouzdanost Testa prostornog pamćenja izražena Cronbachovim alfa-koeficijentom je dobra ($\alpha=.87$), dok je kod ostala dva testa niska ($\alpha=.64$ za Test predmetnog pamćenja i $\alpha=.63$ za Test alfanumeričkog pamćenja). Ovi se nalazi opet podudaraju s težinama testova.

Osjetljivost testova već je dotaknuta dijelom rasprave o rasponu. Broj različito ostvarenih rezultata (BRR) dosljedno prati raspone u testovima pa stoga vrijedi sve što i za raspone. Fergusonov indeks osjetljivosti delta prelazi .9 kod svih testova, međutim ovaj pokazatelj često proizvodi visoke vrijednosti. Stoga zaključujemo da mali rasponi umanjuju osjetljivost Testa predmetnog pamćenja i Testa alfanumeričkog pamćenja.

Korelacije među testovima su visoke s obzirom na pouzdanost. Struktura korelacija odgovara očekivanome: najviša je korelacija između dva testa vidnog pamćenja ($r=.49$; $p<.01$) sukladno pretpostavci da kod mjerenja kratkoročnog prostornog pamćenja nužno dijelom mjerimo i kratkoročno predmetno pamćenje, dok su korelacije između verbalnog i vidnih testova niže ($r=.31$; $p<.05$ i $r=.33$; $p<.05$).

Strukturna valjanost provjerena je faktorskom analizom. Grafički prikazi (*scree plot*) vrijednosti karakterističnih korijena i paralelna analiza kod testova vizualnog pamćenja sugeriraju dvofaktorsku strukturu (slike 6 i 8). Međutim, pogotovo kod Testa prostornog pamćenja, očito je da su dva faktora povezana s težinom čestica testa. Ovu ukazuju na to da je dvofaktorska struktura statistički artefakt.

Slično se može interpretirati i faktorska analiza Testa alfanumeričkog pamćenja iako rezultati paralelne analize sugeriraju rješenje sa šest faktora: naime zadnja četiri faktora jedva prelaze karakteristične korijene dobivene slučajem i neka ponovljena paralelna analiza možda bi eliminirala ove faktore.

Sukladno nalazima analognih mjera (raspon vizualnih uzoraka i Corsijev raspon), utvrđena je značajna negativna korelacije Testa predmetnog pamćenja i Testa prostornog pamćenja s dobi. Kod Testa alfanumeričkog pamćenja nije utvrđena povezanost s dobi, štoviše, rezultati testa djeluju stabilni u odnosu na dob; ovo je možda opet artefakt uzrokovan prevelikom jednostavnošću testa i slabom zastupljenošću starije populacije u uzorku, međutim poziva na obraćanje pozornosti u nekom sljedećem istraživanju.

Očekivanja u vezi povezanosti sa spolom su se djelom potvrdila. Kod Testa predmetnog pamćenja utvrđene su razlike u korist muškaraca, ali ne i kod drugog testa vizualnog pamćenja. Kod verbalnog testa nema spolnih razlika.

Test prostornog pamćenja i Test alfanumeričkog pamćenja pozitivno su povezani s inteligencijom, dok se kod Testa predmetnog pamćenja nije ustanovila značajna povezanost. Sukladno očekivanjima, najviše s inteligencijom korelira Test prostornog pamćenja. Ovdje bi posebno zanimljivo bilo dalje istraživati odnos mjera vizualnog kratkoročnog pamćenja i vizualne inteligencije, za koje se u novije vrijeme smatra da se ne mogu odvojeno mjeriti (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah i Hegart, 2001).

Metodološka poboljšanja

Ovdje ćemo navesti moguće korake za poboljšanje samih testova, daljnju provjeru na širem uzorku i dodatno ispitivanje kriterijske valjanosti.

Kako bi se povećala težina testova, svakom testu trebalo bi se dodati još težih zadataka. Osim toga, kako bi se zadržalo slično trajanje testa, trebalo bi i ubrzati rast težine zadataka smanjivanjem broja zadataka za iste dužine nizova. Praktično, kod Testa alfanumeričkog pamćenja, ovo bi značilo dodavanje zadataka dužine niza preko 10 i smanjivanje broja zadataka za druge dužine (trenutačno, npr., postoji 8 zadataka s dužinom niza 6). Ovo se možda čini kontraintuitivno imajući u vidu Millerov kapacitet pamćenja (7 ± 2), međutim i kod najtežih zadataka dovoljno je zapamtiti 7-8 znakova, na razini dovoljnoj za uparivanje.

Kod Testa prostornog pamćenja težina se može povećati na sličan način korištenjem još dužih prostornih sljedova i povećanjem rešetke. Kod Testa predmetnog pamćenja, međutim, situacija je nešto složenija. Naime, pregledom indeksa lakoće zadataka, vidljivo je da rast težine zadataka odstupa od linearnog, kao što primjerice predzadnji zadatak ima indeks lakoće $p=.92$. Budući da ne postoji neki jasan sustav kvantifikacije težine ovih zadataka (npr. broj grafičkih elemenata, broj manipuliranih svojstava elementa, npr. pozicija, boja, šrafura), takav sustav bi se ili trebao izraditi, ili bi se moglo poslužiti rezultatima ovog istraživanja i novog predistraživanja na novim zadacima.

Sigurno je potrebna i dalja primjena testa na širem uzorku. Ispitanici u ovom istraživanju su pretežno u svojim dvadesetima ili tridesetima, dok najdrastičnije razlike

očekujemo kod grupe u pedesetima i šezdesetima. Idealno bi se testovi primijenili i na kliničkim skupinama kao i na djeci, s obzirom na važnost verbalnog kratkoročnog pamćenja za rano usvajanje govora.

ZAKLJUČAK

Konstruirana su tri računalna testa kratkoročnog pamćenja te je provedena njihova psihometrijska validacija na 383 ispitanika, studenata psihologije i zaposlenih osoba.

Test prostornog pamćenja, namijenjen mjerenju prostornog kratkoročnog pamćenja, pokazuje dobre psihometrijske karakteristike: osjetljivost je dobra (raspon i broj različitih rezultata odgovaraju teorijskim maksimumima, dobri prosječni indeks lakoće i Fergusonov indeks osjetljivosti delta), pouzdanost je dobra. Test korelira značajno s ostala dva testa. Faktorska analiza ukazuje na postojanje jednog faktora. Postignuće opada s dobi, pozitivno je povezano s verbalnom inteligencijom (VSI) i bolje rezultate su postizali muškarci.

Test predmetnog pamćenja, namijenjen mjerenju predmetnog kratkoročnog pamćenja, pokazuje slabe psihometrijske karakteristike: osjetljivost je loša (uzak raspon i mali broj različitih rezultata te visoki prosječni indeks lakoće), pouzdanost je niska. Test korelira značajno s druga dva testa. Faktorska analiza ukazuje na postojanje jednog faktora. Postignuće na testu opada s dobi, nije bilo povezano s verbalnom inteligencijom, a spolne razlike nisu utvrđene.

Test alfanumeričkog pamćenja, namijenjen mjerenju verbalnog kratkoročnog pamćenja, pokazuje također slabe psihometrijske karakteristike: osjetljivost je loša (uzak raspon i mali broj različitih rezultata te visoki prosječni indeks lakoće), pouzdanost je niska. Test korelira značajno, mada relativno slabo, s ostala dva testa (korelacije su već navedene). Rezultati faktorske analize nisu jednoznačni. Postignuće na testu nije bilo povezano s dobi, bilo je pozitivno povezano s verbalnom inteligencijom, a spolne razlike nisu utvrđene.

Sva tri testa bila su previše jednostavna za testirani uzorak, pogotovo ona dva s lošijim psihometrijskim karakteristikama. Predlaže se otežavanje testova (a da testovi

ostanu primjenjivi za starije osobe te na kliničkim populacijama), primjena na širem uzorku (posebice osobe s 50 i više godina) i daljnja kriterijska validacija, posebice što se tiče odnosa testova vizualnog pamćenja s vizualnom inteligencijom.

LITERATURA

- Aben, B., Stapert, S. i Blokland, A. (2012). About the distinction between working memory and short-term memory. *Frontiers in Psychology*, 3, 1–9.
- Anastasi, A. (2003). *Psychological testing* (7. izdanje). New York: MacMillian.
- Andrade, J. (2001). An introduction to working memory. U: J. Andrade (Ur.), *Working Memory in Perspective* (str. 5). New York: Taylor & Francis Inc.
- Atkinson, R. C. i Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. U: K. W. Spence (Ur.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (str. 89–195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W. i Anderson, M. C. (2009). *Memory*. New York: Psychology Press.
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist*, 56 (11), 851–864.
- Baddeley, A. D., Papagno, C. i Vallar, G. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27, 586–595.
- Basso, A. H., Spinnler, G., Vallar, G. i Zamboni, E. (1982). Left hemisphere damage and selective impairment of auditory verbal short-term memory: A case study. *Neuropsychologia*, 20, 263–274.
- Bernstein, I. H. i Teng, G. (1989). Factoring items and factoring scales are different: Spurious evidence for multidimensionality due to item categorization. *Psychological Bulletin*, 105, 467–477.
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal regions of the brain. *Dissertation Abstract International*, 34(02), 891B.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. U: A. M. P. Shah (Ur.), *Models of working memory* (str. 62–101). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87–185.
- De Renzi, E. i Nichelli, P. (1975). Verbal and non-verbal short-term memory impairment following hemispheric damage. *Cortex*, 11, 341–354.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. i Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia* 37, 1189–1199.

- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A., Allamano, N. i Wilson, L. (1997). *The Visual Patterns Test: A new test of short-term visual recall*. Feltham, Suffolk: Thames Valley Test Company.
- Engle, R. W. (1996). Working memory and retrieval: An inhibition-resource approach. U: J. T. E. Richardson, R.W. Engle, L. Hasher, R. H. Logie, E. R. Stoltfus i R. T. Zacks (Ur.), *Working memory and Human Cognition* (str. 89–119). New York: Oxford University Press.
- Fulgosi, A. (1979). *Faktorska analiza*. Zagreb: Školska knjiga.
- Gathercole, S.E. (1996). *Models of short-term memory*. Hove, England: Psychology Press.
- Guilford, J. P. (1968). *Osnovi psihološke i pedagoške statistike*. Beograd: Savremena administracija.
- Hayton, J. C., Allen, D. G. i Scarpello, V. (2004) Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. *Organizational Research Methods*, 7, 191–205.
- Hester, R. L., Kinsella, G. J. i Ong, B. (2004). Effect of age on forward and backward span tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 475–481.
- Iachini, T., Ruggiero, G., Ruotolo, F. i Pizza, R. (2008). Age and gender differences in some components of spatial cognition. U: H. T. Benninghouse (Ur.), *Women and Aging: New Research*. Nova Science Publishers: New York.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Rettinger, D.A., Shah, P., Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 621–640.
- Naglieri, J. A., Drasgow, F., Schmit, M., Handler, L., Prifitera, A. i sur. (2004). Psychological testing on the Internet: new problems, old issues. *American Psychologist*, 59, 150–62.
- Nairne, J. S. (2003) Sensory and working Memory. U: I. B. Weiner (Ur.), *Handbook of psychology – Volume 4: Experimental psychology* (str. 423). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Nunnally, J. C. i Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Parkinson, S. R., Inman, V. W. i Dannenbaum, S. E. (1985). Adult age differences in short-term forgetting. *Acta Psychologica*, 60, 83–101.
- Petz, B. (Ur.) (2005). *Psihologijski rječnik*. Jastrebarsko: Naklada Slap.

- Phillips, R.J. i Zahra, C.M. (1979). Undergraduates' immediate memory for faces is three. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 1098.
- Piccardi, L., Iaria, G., Ricci, M., Bianchini, F., Zompanti, L. i Guariglia, C. (2008). Walking in the Corsi test: Which type of memory do you need? *Neuroscience Letters* 432, 127–131.
- Spinnler, H., Della Sala, S., Bandera, R. i Baddeley, A. D. (1988). Dementia, ageing and the structure of human memory. *Cognitive Neuropsychology*, 5, 193–211.
- Sternberg, R. J. (2004). *Kognitivna psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Subotić, S. (2013). Pregled metoda za utvrđivanje broja faktora i komponenti (u EFA i PCA). *Primenjena psihologija*, 6(3), 203-229.
- The British Psychological Society. (2002). *Guidelines for the development and use of computer – based assessments*. Leicester: The Psychological Testing Centre.
- Vogel, E. K., Woodman, G. F. i Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 92–114.
- Warrington, E. K. i Taylor, A. M. (1973). The contribution of the right parietal lobe to object recognition. *Cortex*, 9, 152–164.
- Wilhelm, O. i Engle, R. W. (2005). *Handbook of understanding and measuring intelligence*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Wilson, B. A. (2002). Assessment of Memory Disorders. U: A. D. Baddeley, M. D. Kopelman, B. A. Wilson (Ur.), *The Handbook of Memory Disorders* (str. 617–632). Chichester, England: John Wiley & Sons.

PRILOZI

Sadržaj

| | |
|--|----|
| Prilog 1: Ekran za ispunjavanje demografskih podataka | 36 |
| Prilog 2: Ekran s uputom: Test predmetnog pamćenja | 37 |
| Prilog 3: Ekran s uputom: Test alfanumeričkog pamćenja | 38 |
| Prilog 4: Ekran s uputom: Test prostornog pamćenja | 39 |
| Prilog 5: Predistraživanje: Posteksperimentalni upitnici | 40 |
| Prilog 6: Predistraživanje: Rezultati obrade posteksperimentalnih upitnika | 43 |
| Prilog 7: Raspodjele ukupnih rezultata | 45 |
| Prilog 8: Rezultati faktorske analize | 47 |

Prilog 1: Ekran za ispunjavanje demografskih podataka

Osobni podaci

Obavezno ispunite sva polja.

IME I PREZIME:

E-MAIL:

DATUM ROĐENJA:

dd.mm.gggg

SPOL:

☐

M

☐

Ž

STUPANJ OBRAZOVANJA:


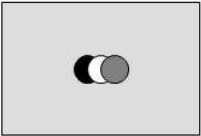
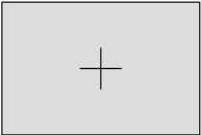
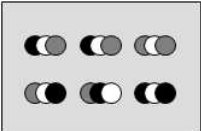
VELIČINA MJESTA U KOJEMU SI
PROVEO/LA NAJVEĆI DIO ŽIVOTA:

[NASTAVI](#)

Prilog 2: Ekran s uputom: Test predmetnog pamćenja

Uputa

Ovim se testom ispituje vaša sposobnost pamćenja različitih likova. Test se sastoji od niza zadataka u kojima je vaš zadatak upamtiti prezentirani lik, te u sljedećem koraku iz niza ponuđenih likova odabrati onaj lik jednak tome prezentiranom liku. Sam tijek zadatka prikazan je dolje:

-  U sredini se ekrana pojavljuje križić koji označava mjesto gdje se na ekranu prezentira ciljni lik.
-  Zatim slijedi prezentacija ciljnog lika kojeg trebate zapamtiti. Imajte na umu na da je vrijeme prezentacije kratko, no dovoljno da upamtite osnovna obilježja ciljnog lika.
-  Ponovno se na sredini ekrana pojavljuje križić.
-  Naposljetku, na ekranu će se prikazati 6 mogućih odgovora, a vaš je zadatak među tim odgovorima odabrati onaj lik koji vam je prethodno prikazan u zadatku. Zatim slijedi novi zadatak.

Primjetit ćete da zadaci nisu poredani prema težini, već su neki zadaci jednostavniji, a neki teži. Budite uporni i pokušajte u svakom zadatku upamtiti ciljni lik što bolje možete. Pri upamćivanju ciljnih likova pokušajte što bolje upamtiti raspored elemenata u liku, boju tih elemenata i njihovu orijentaciju (nalaze li se lijevo ili desno). Vrijeme odabira točnog odgovora je kratko, no dovoljno za odabir točnog odgovora ukoliko ga znate. Nakon isteka tog vremena nećete više moći odabrati točan odgovor.



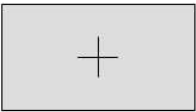

Sada slijede dva zadatka za vježbu.

NASTAVI: ZADACI ZA VJEŽBU

Prilog 3: Ekran s uputom: Test alfanumeričkog pamćenja

Uputa

Ovim se testom ispituje vaša sposobnost upamćivanja nizova slova i brojeva. Test se sastoji od niza zadataka u kojima će vam se u sredini ekrana kratko prezentirati neki niz nepovezanih slova i brojeva, te će se u sljedećem koraku od vas tražiti da među 6 ponuđenih nizova odaberete onaj niz koji je jednak tom prezentiranom, odnosno ciljnom nizu. Sam tijek zadatka prikazan je dolje:

-  U sredini se ekrana pojavljuje križić koji označava mjesto gdje se na ekranu prezentira ciljni niz.
-  Zatim slijedi prezentacija ciljnog niza kojeg trebate zapamtiti. Imajte na umu da je vrijeme prezentacije kratko.
-  Ponovno se na sredini ekrana nakratko pojavljuje križić.
-  Na poslijetku, na ekranu će se prikazati 6 mogućih odgovora, a vaš je zadatak među tim odgovorima mišem odabrati onaj niz koji vam je prethodno prikazan u zadatku. Zatim slijedi novi zadatak.

Nizovi slova i brojeva u ovom testu su različite dužine. Dužina niza u zadacima se postupno povećava. Dakle, na početku se zadaju najkraći nizovi – nizovi od 3 slova i/ili broja, a zatim sve duži nizovi. Vrijeme odabira točnog odgovora je kratko, no dovoljno za odabir točnog odgovora ukoliko ga znate. Nakon isteka tog vremena nećete više moći odabrati točan odgovor.

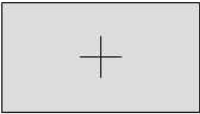
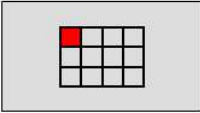
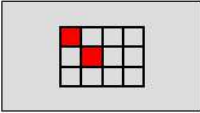
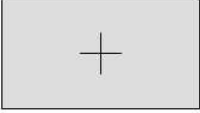
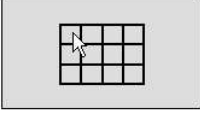
Sada slijede dva zadatka za vježbu.

NASTAVI: ZADACI ZA VJEŽBU

Prilog 4: Ekran s uputom: Test prostornog pamćenja

Uputa

Ovim se testom ispituje vaša sposobnost pamćenja prostornog slijeda. Test se sastoji od niza zadataka u kojima je vaš zadatak upamtiti razmještaj i redoslijed kojim su zadanom polju pojavljuju kvadrat, te kasnije reproducirati taj isti razmještaj i redoslijed. Kako bi vam dodatno pojasnili zadatak, pogledajte sljedeći prikaz:

-  U sredini se ekrana pojavljuje križić koji označava mjesto gdje se na ekranu prikazati rešetka.
-  Zatim slijedi prezentacija rešetke u kojoj se uvijek istom brzinom pojavljuju crveni kvadratići. Vaš je zadatak da upamtite točnu lokaciju i redoslijed kojim su se pojavljivali crveni kvadratići.

-  Ponovno se na sredini ekrana pojavljuje križić.
-  Naposljetku, na ekranu će se prikazati prazna rešetka, a vaš je zadatak ponoviti slijed kojim su se pojavljivali crveni kvadratići pri čemu morate označiti i točnu lokaciju u rešetci na kojoj su se kvadratići pojavljivali. Odgovore označavate klikom miša. Zatim slijedi novi zadatak.

Zadaci su u ovom testu poredani po težini, od lakših k težima, tako da ćete najprije rješavati zadatke s pojavljivanjem 3 crvena kvadratića, što je ujedno najkraći slijed, a zatim će sljedovi postajati sve duži. Nakon što je prikaza cijeli slijed, pojavljuje se križić, pa prazna rešetka u koju vi sami unosite odgovore. Vrijeme unosa točnog odgovora je kratko, no dovoljno dugačko za unos točnog slijeda ukoliko ga znate. Nakon isteka tog vremena nećete više moći upisivati svoj odgovor.

Sada slijede dva zadatka za vježbu.

NASTAVI: ZADACI ZA VJEŽBU

Prilog 5: Predistraživanje: Posteksperimentalni upitnici

POSTEKSPERIMENTALNI UPITNIK ZA TESTOVE PAMĆENJA

Test pamćenja likova

- | | | | | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|--------------------|---|
| 1. Procijenite težinu testa? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | lagan | | | | | težak | |
| | | | | | | | |
| 2. Procijenite prikladnost sadržaja? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | prikladan | | | | | neprikladan | |
| | | | | | | | |
| 3. Procijenite jasnoću upute? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | nejasna | | | | | jasna | |
| | | | | | | | |
| 4. Što biste promijenili u uputi? Koji Vam je dio bio nejasan i trebalo bi ga dodatno pojasniti? | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 5. Jeste li uspjeli održati koncentraciju za vrijeme rješavanja cijelog testa? DA NE | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 6. Koje ste strategije koristili pri rješavanju zadataka? Kako ste dolazili do odgovora? Što Vam je pomagalo u rješavanju? | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 7. Je li vrijeme trajanja pojedinih koraka u zadatku prikladne (optimalne) dužine? Korake su: 1. fiksacijski križić; 2. zadavanje zadatka; 3. fiksacijski križić; 4. odgovor | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 8. Ima li još nešto što ste opazili prilikom rješavanja i mislite da bi trebalo imati na umu pri daljnjem razvoju instrumenta? | | | | | | | |
| <hr/> | | | | | | | |

Test alfanumeričkog pamćenja

1. Procijenite težinu testa?

| | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| lagan | | | | | | težak |

2. Procijenite prikladnost sadržaja?

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------|---|---|---|-------------|---|---|
| prikladan | | | | neprikladan | | |

3. Procijenite jasnoću upute?

| | | | | | | |
|---------|---|---|-------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| nejasna | | | jasna | | | |

4. Što biste promijenili u uputi? Koji Vam je dio bio nejasan i trebalo bi ga dodatno pojasniti?

5. Jeste li uspjeli održati koncentraciju za vrijeme rješavanja cijelog testa? **DA NE**

6. Koje ste strategije koristili pri rješavanju zadataka? Kako ste dolazili do odgovora? Što Vam je pomagalo u rješavanju?

7. Je li vrijeme trajanja pojedinih koraka u zadatku prikladne (optimalne) dužine?
 Korake su: 1. fiksacijski križić; 2. zadavanje zadatka; 3. fiksacijski križić; 4. odgovor

8. Ima li još nešto što ste opazili prilikom rješavanja i mislite da bi trebalo imati na umu pri daljnjem razvoju instrumenta?

Test pamćenja prostornog slijeda

1. Procijenite težinu testa?

| | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| lagan | | | | | | težak |

2. Procijenite prikladnost sadržaja?

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------|---|---|---|-------------|---|---|
| prikladan | | | | neprikladan | | |

3. Procijenite jasnoću upute?

| | | | | | | |
|---------|---|---|-------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| nejasna | | | jasna | | | |

4. Što biste promijenili u uputi? Koji Vam je dio bio nejasan i trebalo bi ga dodatno pojasniti?

5. Jeste li uspjeli održati koncentraciju za vrijeme rješavanja cijelog testa? **DA NE**

6. Koje ste strategije koristili pri rješavanju zadataka? Kako ste dolazili do odgovora? Što Vam je pomagalo u rješavanju?

7. Je li vrijeme trajanja pojedinih koraka u zadatku prikladne (optimalne) dužine?
 Korake su: 1. fiksacijski križić; 2. zadavanje zadatka; 3. fiksacijski križić; 4. odgovor

8. Ima li još nešto što ste opazili prilikom rješavanja i mislite da bi trebalo imati na umu pri daljnjem razvoju instrumenta?

Prilog 6: Predistraživanje: Rezultati obrade posteksperimentalnih upitnika

Odgovori sudionika predistraživanja na česticama 1, 2, 3 i 5 prikazani su u tablici 10.

Odgovori sudionika predistraživanja na otvorena pitanja:

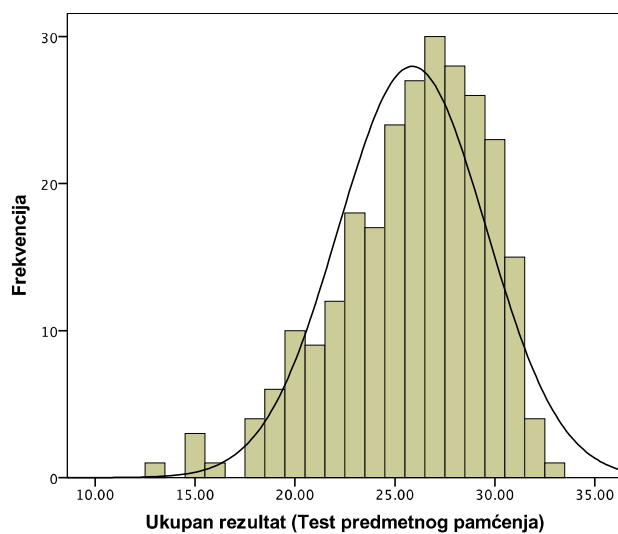
- ☐ Čestica 4 (uputa): uputa je bila jasna,
- ☐ Čestica 6 (strategije rješavanja):
 - Test predmetnog pamćenja: navodi se 1) pamćenje rasporeda boja i uzoraka te 2) pamćenje samo nekih elemenata (npr. crne točke)
 - Test alfanumeričkog pamćenja: navodi se 1) grupiranje i 2) stvaranje riječi od slova
 - Test prostornog pamćenja: navodi se 1) pamćenje kvadratnih polja kao nečeg što se kreće, 2) zamišljanje likova na koje podsjeća finalni raspored i 3) sljedovi od 2-3 kvadratna polja pa grupiranje tih u cjelinu.
- ☐ Čestica 7 (trajanje koraka kod zadataka): navodi se 1) predugo trajanje fiksacijskih križića (~~međutim~~, ovo je namjerno) i 2) premalo vremena za zadnje zadatke u Testu prostornog pamćenja (ovo je uvaženo i maksimalno vrijeme odgovora je sa 60 sec povećano na 120 sec).
- ☐ Čestica 8 (opažanja): navodi se 1) da postoje dva ili više ista odgovora u nekim zadacima (ovo je ispravljeno), 2) postojanje praznih rešetaka pri kraju Testa prostornog pamćenja (ovo je ispravljeno), 3) predlaže se mogućnost brisanja zadnje selekcije kvadratnog polja u Testu prostornog pamćenja, 4) predlaže se tamnija i veća rešetka (~~rešetka~~ je potamnjena) i 5) predlaže se da makne prikaz preostalog vremena za odgovor jer odvlači pozornost.

Tablica 10
Rezultati posteksperimentalnih upitnika za tri testa (čestice 1, 2, 3 i 5).

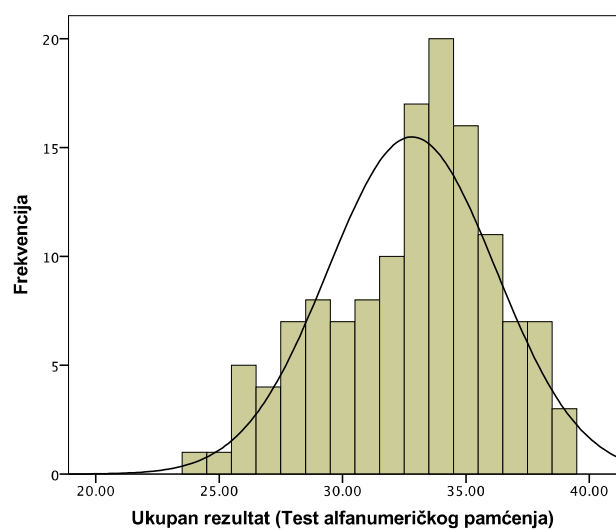
| | Test predmetnog pamćenja | Test alfanumeričkog pamćenja | Test prostornog pamćenja |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| N | 8 | 8 | 8 |
| Težina (M) | 4,75 | 3,25 | 5,75 |
| Prikladnost sadržaja (M) | 3,69 | 3,40 | 4,98 |
| Jasnoća upute (M) | 7,00 | 7,00 | 7,00 |
| Koncentracija | 33.33% | 100% | 14.29% |

Legenda: N – broj ispitanika; M – aritmetička sredina (korištena je skala od 1 – prikladno do 7 – neprikladno).

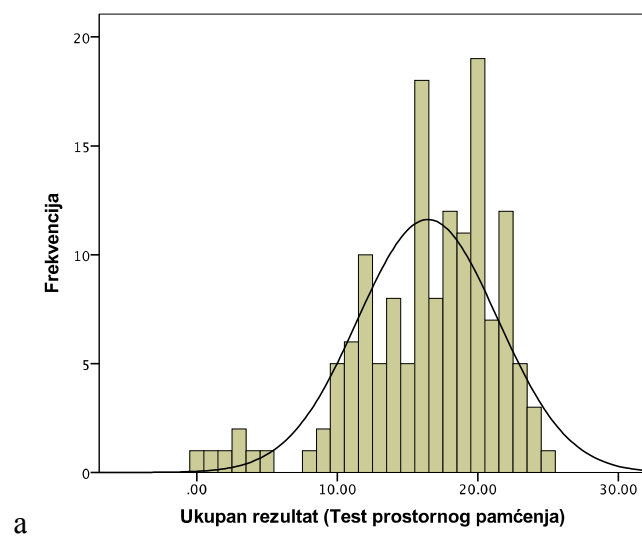
Prilog 7: Raspodjele ukupnih rezultata



Slika 9. Raspodjela ukupnih rezultata Testa predmetnog pamćenja.



Slika 10. Raspodjela ukupnih rezultata Testa alfanumeričkog pamćenja.



Slika 11. Raspodjela ukupnih rezultata Testa prostornog pamćenja.

Prilog 8: Rezultati faktorske analize

Tablica 11

Prikaz ekstrahiranih faktora Testa predmetnog pamćenja: a) Keiser-Gutmanov kriterij: 14 faktora, b) *scree plot*: 2 faktora, c) paralelna analiza: 2 faktora

| Komponenta | Karakteristični korijen | % objašnjene varijance | % objašnjene varijance, kumulativno | Paralelna analiza (95. percentila) |
|------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 2.84 | 8.62 | 8.62 | 1.84 |
| 2 | 1.83 | 5.54 | 14.15 | 1.70 |
| 3 | 1.59 | 4.83 | 18.98 | 1.62 |
| 4 | 1.56 | 4.72 | 23.70 | 1.56 |
| 5 | 1.52 | 4.61 | 28.31 | 1.48 |
| 6 | 1.42 | 4.31 | 32.62 | 1.45 |
| 7 | 1.36 | 4.11 | 36.73 | 1.40 |
| 8 | 1.33 | 4.03 | 40.75 | 1.34 |
| 9 | 1.19 | 3.60 | 44.36 | 1.29 |
| 10 | 1.17 | 3.55 | 47.90 | 1.25 |
| 11 | 1.13 | 3.42 | 51.32 | 1.22 |
| 12 | 1.11 | 3.35 | 54.67 | 1.17 |
| 13 | 1.04 | 3.16 | 57.83 | 1.13 |
| 14 | 1.03 | 3.13 | 60.96 | 1.10 |

Tablica 12

Prikaz ekstrahiranih faktora Testa alfanumeričkog pamćenja: a) Keiser-Gutmanov kriterij: 14 faktora, b) *scree plot*: 2 faktora, c) paralelna analiza: 6 faktora

| Komponenta | Karakteristični korijen | % objašnjene varijance | % objašnjene varijance, kumulativno | Paralelna analiza (95. percentila) |
|------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 3.02 | 8.16 | 8.16 | 2.39 |
| 2 | 2.28 | 6.16 | 14.32 | 2.19 |
| 3 | 2.13 | 5.76 | 20.07 | 2.06 |
| 4 | 1.96 | 5.28 | 25.35 | 1.95 |
| 5 | 1.93 | 5.21 | 30.57 | 1.84 |
| 6 | 1.81 | 4.89 | 35.45 | 1.76 |
| 7 | 1.67 | 4.50 | 39.95 | 1.70 |
| 8 | 1.60 | 4.33 | 44.28 | 1.62 |
| 9 | 1.48 | 4.01 | 48.29 | 1.55 |
| 10 | 1.41 | 3.82 | 52.10 | 1.47 |
| 11 | 1.36 | 3.68 | 55.78 | 1.43 |
| 12 | 1.29 | 3.48 | 59.27 | 1.35 |
| 13 | 1.16 | 3.15 | 62.41 | 1.30 |
| 14 | 1.08 | 2.91 | 65.32 | 1.25 |
| 15 | 1.05 | 2.84 | 68.16 | 1.21 |

Tablica 13

Prikaz ekstrahiranih faktora Testa prostornog pamćenja: a) Keiser-Gutmanov kriterij: 6 faktora, b) *scree plot*: 2 faktora, c) paralelna analiza: 2 faktora

| Komponenta | Karakteristični korijen | % objašnjene varijance | % objašnjene varijance, kumulativno | Paralelna analiza (95. percentila) |
|------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 6.88 | 27.52 | 27.52 | 1.96 |
| 2 | 2.48 | 9.90 | 37.42 | 1.79 |
| 3 | 1.39 | 5.56 | 42.98 | 1.70 |
| 4 | 1.26 | 5.05 | 48.03 | 1.59 |
| 5 | 1.09 | 4.34 | 52.37 | 1.49 |
| 6 | 1.04 | 4.15 | 56.52 | 1.41 |

Tablica 14
Prikaz matrice faktorske strukture Testa
predmetnog pamćenja nakon **varimax**
rotacije (korelacije s rotiranim
komponentama).

| Čestica | Komponenta 1 | Komponenta 2 |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | .30 | .02 |
| 2 | .11 | .07 |
| 3 | .34 | .01 |
| 4 | .42 | -.13 |
| 5 | .01 | .18 |
| 6 | .16 | .03 |
| 7 | .14 | .25 |
| 8 | .17 | .12 |
| 9 | .54 | -.16 |
| 10 | .19 | .22 |
| 11 | -.07 | .36 |
| 12 | .03 | .28 |
| 13 | .25 | .07 |
| 14 | .26 | .02 |
| 15 | .21 | .06 |
| 16 | .22 | .05 |
| 17 | .29 | .39 |
| 18 | .03 | .17 |
| 19 | .04 | .40 |
| 20 | .17 | .14 |
| 21 | .21 | -.01 |
| 22 | -.02 | .14 |
| 23 | .00 | .16 |
| 24 | .28 | .18 |
| 25 | .30 | .09 |
| 26 | .33 | -.01 |
| 27 | .17 | .03 |
| 28 | .08 | .33 |
| 29 | .13 | .39 |
| 30 | .16 | .08 |
| 31 | .26 | .15 |
| 32 | .20 | .06 |
| 33 | .37 | .04 |

Tablica 15
Prikaz matrice faktorske strukture Testa
prostornog pamćenja nakon **varimax**
rotacije (korelacije s rotiranim
komponentama).

| Čestica | Komponenta 1 | Komponenta 2 |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | .94 | .08 |
| 2 | .94 | .03 |
| 3 | .94 | .14 |
| 4 | .94 | .04 |
| 5 | .94 | .19 |
| 6 | .94 | .16 |
| 7 | .94 | .33 |
| 8 | .94 | .25 |
| 9 | .94 | .27 |
| 10 | .94 | .06 |
| 11 | .94 | .49 |
| 12 | .94 | .24 |
| 13 | .94 | .34 |
| 14 | .94 | .36 |
| 15 | .94 | .49 |
| 16 | .94 | .54 |
| 17 | .94 | .47 |
| 18 | .94 | .64 |
| 19 | .94 | .48 |
| 20 | .94 | .48 |
| 21 | .94 | .47 |
| 22 | .94 | .54 |
| 23 | .94 | .46 |
| 24 | .94 | .43 |
| 25 | .94 | .41 |

